

***Cartografía geológica de las unidades Neógenas del Noreste del cinturón  
plegado de San Jacinto, Colombia.***

**Jorge Junior Galeano Rodríguez**

*Pregrado Geología*

*Departamento de Física y Geociencias – Universidad del Norte*

Universidad del Norte, Barranquilla  
Mayo de 2020

***Cartografía geológica de las unidades Neógenas del Noreste del cinturón  
plegado de San Jacinto, Colombia.***

**Jorge Junior Galeano Rodríguez**

*Pregrado Geología*

*Departamento de Física y Geociencias – Universidad del Norte*

*Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:*  
***Geólogo***

Director

**PhD. Camilo Montes Rodríguez**

*Departamento de Física y Geociencias*

*Universidad del Norte*

Universidad del Norte, Barranquilla

Mayo de 2020

### **Agradecimientos**

Me gustaría agradecer en estas líneas al profesor Camilo Montes mi tutor de trabajo de grado, por haberme orientado, no solo en la elaboración de este trabajo, sino a lo largo de mi carrera universitaria brindándome apoyo en mi desarrollo profesional. A los profesores Aldo Rincón y Felipe Lamus por su acompañamiento y consejos durante el desarrollo del trabajo de grado.

A las personas y colegas que me brindaron su ayuda durante el proceso, especialmente a mis compañeros Carlos Ortiz y Daniel Fernández quienes siempre me apoyaron y ayudaron en la realización de los trabajos de campo.

## **Resumen**

La cartografía geológica en el noreste del cinturón plegado de San Jacinto cubre 528 km<sup>2</sup> del departamento del Atlántico donde se detalla las unidades Neógenas presentes, así como las relaciones laterales que presentan las distintas unidades de la Formación Tubará e Hibacharo, y muestra la geometría de los pliegues en el Sector de Piojó y Tubará. En la elaboración del mapa geológico se realizaron trabajos de campo sobre los municipios de Tubará, Piojó y Juan de Acosta donde se tomaron datos estructurales en las rocas aflorantes, y se trazaron los contactos sobre los mapas topográficos, para posteriormente digitalizarse en ArcGIS, además, del uso de Google earth para completar y verificar los contactos de las unidades litoestratigráficas. El mapa geológico presenta un monoclinal en el Sector de Piojó; dos pliegues en el Sector de Tubará, el Sinclinal de Tubará y el Anticlinal de Sibarco; la unidad del Conglomerado del Vaivén en el flanco Occidental del Sinclinal; y dos unidades discordantes al noreste del mapa. La cartografía realizada muestra que el uso de imágenes satelitales es una gran herramienta como complemento cartográfico, así mismo, este mapa geológico permite entender las relaciones estratigráficas de las unidades Neógenas al norte de cinturón plegado de San Jacinto, y la existencia de una falla en el tope de la unidad conglomerática al occidente del Sinclinal de Tubará, indicaría una depositación sintectónica del Conglomerado del Vaivén.

## **Abstract**

The geological cartography in the northeast of the folded belt of San Jacinto covers 528 km<sup>2</sup> of the Department of Atlántico, where the Neogene units present are detailed, as well as the lateral relationships presented by the different units of the Tubará and Hibacharo Formation, and shows the geometry of the folds in the Piojó and Tubará Sector. In preparing the geological map, field work was completed on the towns of Tubará, Piojó and Juan de Acosta, where structural data was taken from the outcropping rocks, and the contacts were traced on the topographic maps, and later digitized in ArcGIS. In addition, from the use of Google Earth to complete and verify the contacts of the lithostratigraphic units. The geological map presents a monocline in the Piojó sector; two folds in the Tubará Sector, the Sinclinal de Tubará and the Anticlinal de Sibarco; the Conglomerado del Vaivén unit on the western flank of the synclinal; and two unconformity units northeast of the map. The cartography carried out shows the use of satellite images is a great tool as a cartographic complement. Likewise, this geological map allows us to understand the stratigraphic relationships of the Neogene units north of folded belt of San Jacinto, and the existence of a fault in the top of the conglomeratic unit west of the Sinclinal de Tubará, it would indicate a syntectonic deposition of the Conglomerado del Vaivén unit.

## Tabla de Contenido

1. Introducción .....	1
2. Metodología .....	4
3. Resultados .....	6
4. Discusión de Resultados .....	12
5. Conclusiones .....	15
Referencias.....	16
Apéndice A .....	18
Apéndice B.....	19

## Lista de figuras

Figura 1. Mapa Geológico con límites tectono-estratigráficos de la Cuenca Sinú – San Jacinto ..	2
Figura 2. Tipos de contactos en el mapa. <b>A.</b> Contactos de campo. <b>B.</b> Contactos corregidos con Google Earth. <b>C.</b> Contactos de Google Earth. <b>D.</b> Contactos de depósitos aluviales .....	6
Figura 3. Mapa Geológico del noreste del cinturón plegado de San Jacinto .....	7
Figura 4. Cuadro Cronoestratigráfico del Cinturón Plegado de San Jacinto .....	8
Figura 5. Gráficos Stereonets de planos de buzamiento. <b>A.</b> Pliegues de Tubará. <b>B.</b> Monoclinal de Piojó. <b>C.</b> Unidades discordantes .....	10
Figura 6. Corte geológico del noreste del cinturón plegado de San Jacinto .....	12

## **1. Introducción**

El cinturón plegado de San Jacinto (CPSJ), conforma junto con el cinturón plegado de Sinú (CPS), la cuenca Sinú-San Jacinto ubicada al noroccidente de Suramérica. Está limitada por la Falla de Romeral (RFS) al este, el frente de deformación del Cinturón del Caribe (FDSC) al noroccidente; el sistema de Fallas de Uramita (UFS) al sureste y la Cordillera Occidental al sur (Aguilera, 2011; Caro, 2003) (Fig. 1). La base estratigráfica de la cuenca está marcada por la Formación Cansona de edad Cretácica, compuesta por lodolitas calcáreas, chert y areniscas que se encuentran discordantes sobre el basamento cretácico oceánico de basaltos, gabros, entre otras rocas intrusivas (Alfaro & Holz, 2014; Flinch, 2003; Guzmán et al., 2004). Esta sucesión continua con una serie de unidades Paleógenas (ej. Fm San Cayetano; Fm Péndales) de turbiditas, conglomerados y lodolitas depositadas en ambientes marino-profundos de plataforma, y unidades Neógenas (ej. Fm Hibacharo; Fm Tubará) de areniscas, arcillolitas y lentes calcáreos; que se depositan en un ambiente marino-deltaico (Bordine, 1974; Duque-Caro, 1984; Guzmán et al., 2004; Molinares et al., 2012). El cinturón plegado de San Jacinto fue sometido a un evento de deformación producido por la subducción de la placa del Caribe bajo la placa Sudamericana durante el Neógeno (Cardona et al., 2012; Caro, 2003; Duque-Caro, 1980; Flinch, 2003; Mantilla-Pimiento et al., 2009; Mora et al., 2017). Finalmente, De Porta (1974) y Guzmán et al (2004) indican que el tope de la cuenca Sinú-San Jacinto lo constituyen unidades de arrecife de coral como la Formación La Popa y unidades fluviales como las Gravas de Rotinet.

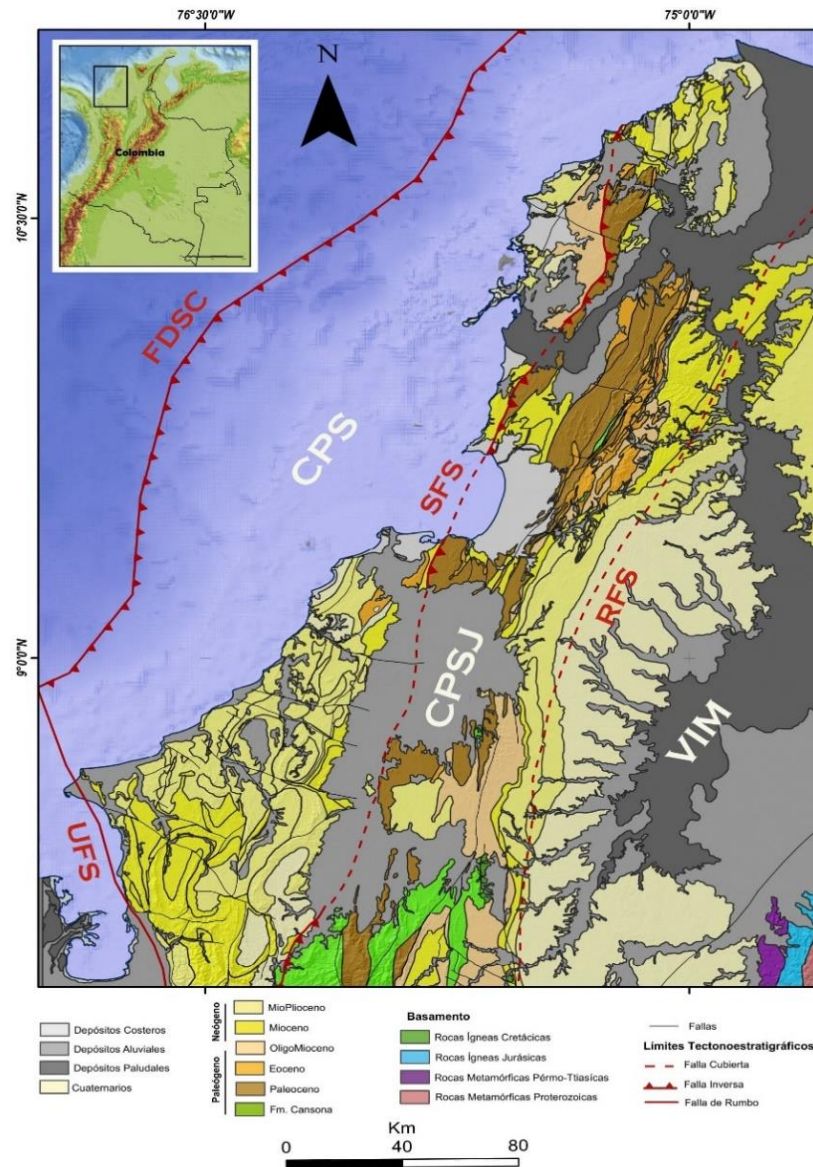


Figura 1. Mapa Geológico con límites tectono-estratigráficos de la Cuenca Sinú – San Jacinto (Modificado de Gómez et al., 2015).

La cuenca Sinú-San Jacinto es una de las cuencas petrolíferas con menor producción de hidrocarburos líquidos debido a que de los catorce pozos perforados sobre la cuenca, trece no son comerciales (Aguilera, 2011). Sin embargo, el potencial de la



cuenca se encuentra en la extracción de gas offshore sobre el Mar Caribe en cinturón plegado de Sinú. Además de la exploración de hidrocarburos, sobre la cuenca se han realizado trabajos exploratorios de aguas subterráneas (Huguett, 1988) con el fin de comprender la distribución de los recursos hídricos sobre las unidades de areniscas y depósitos coluvio-aluviales de gravas y arenas que se comportan como acuíferos. La presencia de estos recursos sobre la cuenca da lugar a la elaboración de cartografía geológica que permite conocer e inferir la localización de dichos recursos.

La cartografía geológica en el departamento del Atlántico adelantada por diferentes autores (Barrera, 2001; Bueno & Caro, 1970; Huguett, 1988), tiene una variedad de escalas, con variaciones en la precisión y continuidad de las unidades litoestratigráficas. Por ello, adelanté un proyecto de cartografía geológica que integra la información antes publicada junto con nueva cartografía de campo e información derivada de imágenes satelitales. Esta contribución se realizó con la intención de afinar el mapa geológico existente con el rastreo lateral de unidades litoestratigráficas buscando entender las relaciones horizontales de superposición, e identificar la geometría de pliegues, y relaciones que tienen las distintas unidades litoestratigráficas contenidas en la estructura. Adicionalmente, este mapa permitirá mejorar planes de ordenamiento territorial e inferir de forma acertada los recursos hídricos contenidos sobre este sector como acuíferos con sus zonas de recarga.

## **2. Metodología**

La cartografía geológica tradicional se realizó a escala 1: 25.000 con el uso de lápices de colores, brújula Brunton y mapas topográficos de papel (IGAC: 16-IV-D, 17-I-D, y 17-III-A, B, C y D). El área de cartografía está compuesta hacia el occidente por colinas de pendientes suaves y pronunciadas con variación en alturas de 50 a 400 m.s.n.m., y por extensas planicies en el sector oriental. Hoy en día presenta un ecosistema de bosque tropical seco limitado por el río Magdalena hacia el este y por el mar Caribe hacia el norte. Esta zona presenta temperaturas cercanas a los 35°C y precipitaciones entre 500 a 1.400 mm / año. Aquí, los afloramientos de roca se encuentran cubiertos por la espesa vegetación de un bosque seco tropical y son pocos los que se encuentran expuestos por la presencia de canteras, cortes de carretera y lechos de arroyos en los cuales se puede evidenciar la litología constituyente del área.

Dadas las consideraciones ambientales arriba descritas, realicé una serie de trabajos de campo durante la época seca del año (Febrero - Marzo, Diciembre - Enero) con el objetivo de encontrar en la zona menos vegetación y afloramientos más expuestos permitiendo una mejor distinción de las relaciones litológicas entre unidades. Durante las salidas de campo, llevé a cabo cartografía geológica desde los miradores o serranías altas cercanas a los municipios de Piojó, Tubará, Usiacurí y Juan de Acosta con el fin de definir los contactos sobre las unidades litológicas presentes en el área. El mapeo se centró en identificar las unidades litológicas asociadas a la geomorfología de la zona y comprender las relaciones de superposición entre unidades litoestratigráficas.

Después de realizar el mapa de campo, utilicé Google Earth para trazar contactos siguiendo la morfología de las rocas observadas con las imágenes satelitales de Google Earth. Estos contactos se realizaron para contrastar con la cartografía de campo y corroborar o corregir la precisión de los contactos plasmado en los mapas topográficos de papel. Una vez completada la cartografía se digitalizaron los contactos de campo en ArcGIS y se verificó su precisión con los contactos trazados en Google Earth. Para la posición de los depósitos cuaternarios aluviales presentes se utilizó el mapa hidrogeológico de Atlántico y Bolívar (Huguett, 1988) apoyado con imágenes satelitales de Google Earth. Todos los contactos geológicos se encuentran contenidos en un archivo digital (formatos .shp y .kmz) con un atributo que indica el origen y naturaleza del contacto. Los contactos asignados en el campo, sin cambios realizados durante el procesamiento posterior, tienen el atributo "Campo" (Fig. 2, A); los contactos ajustados con las imágenes satelitales se codifican como "Campo + Google Earth" (Fig. 2, B). Los nuevos contactos agregados durante el procesamiento en Google Earth se identifican como "Google Earth" (Fig. 2, C) y, por lo general, son necesarios para extender las capas cartografiadas en el campo, cartografiar depósitos actuales de playas y para trazar contactos en zonas donde no se pudo acceder en campo. Los contactos de los depósitos cuaternarios aluviales extraídos del mapa hidrogeológico y ajustados con Google Earth se nombraron como "Q-Abol" (Fig. 2, D). Los contactos necesarios para cerrar topológicamente los polígonos se etiquetaron como "borde".

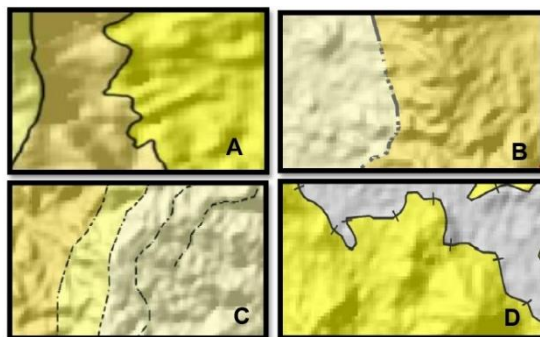


Figura 2. Tipos de contactos en el mapa. **A.** Contactos de campo. **B.** Contactos corregidos con Google Earth. **C.** Contactos de Google Earth. **D.** Contactos de depósitos aluviales

En campo medí datos de buzamiento en los afloramientos expuestos en las quebradas, arroyos, canteras y carreteras evitando capas alteradas o canalizadas, donde se pudiera tomar un dato confiable. Además, se recopilaron los datos de buzamientos en el mapa geológico de la plancha 16 y 17 (Barrera, 2001) y del mapa hidrogeológico del Atlántico y Bolívar (Huguett, 1988).

### 3. Resultados

El mapa geológico del noreste del cinturón de San Jacinto cubre un área de 528 km<sup>2</sup>, contiene 79 puntos de control estructural de los cuales 45 fueron tomados durante la cartografía de campo, 26 fueron tomados del mapa hidrogeológico de Atlántico y Bolívar presentado por Huguett (1988) y 8 datos de buzamientos recopilados por Barrera (2001) del mapa geológico del Atlántico en las planchas 16 y 17. Guzmán et al (2004) revisaron la nomenclatura estratigráfica sobre el área norte del cinturón plegado de San Jacinto, en la cual redefinieron las unidades descritas por antiguos autores (Anderson, 1929; Bueno &

Caro, 1970; De porta, 1974; Duque-Caro, 1980) utilizando las formaciones de San Cayetano, Arjona, Péndales, Hibacharo y Tubará como unidades formales (Fig. 4). Además, también se utilizó y modifico la nomenclatura de unidades litoestratigráficas propuesta por Huguett (1988) (Ver Apéndice B).

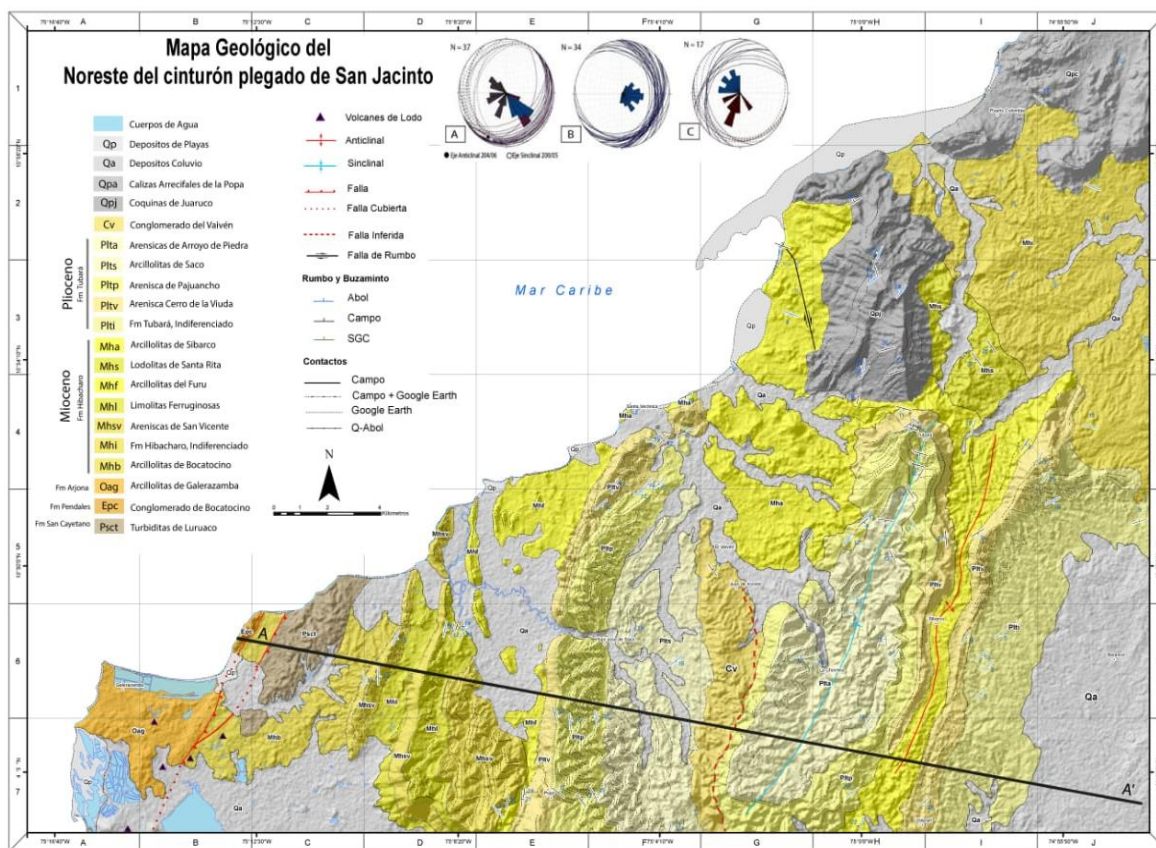


Figura 3. Mapa Geológico del noreste del cinturón plegado de San Jacinto

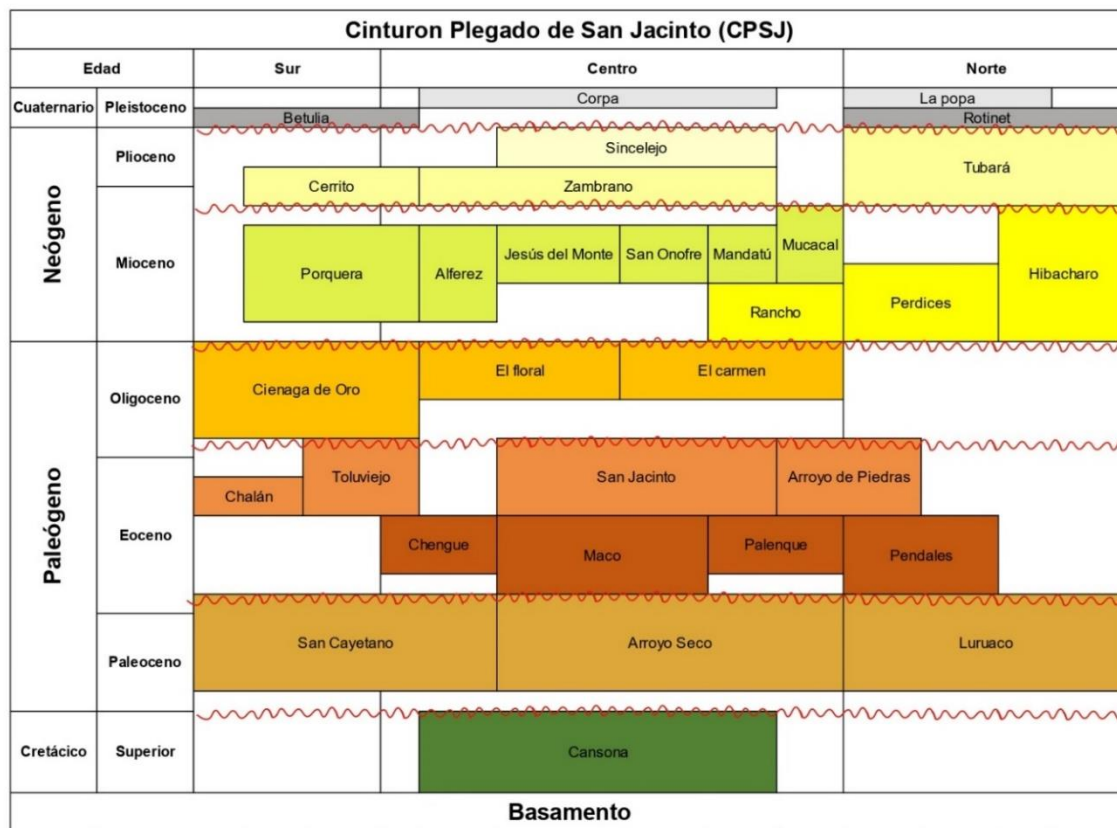


Figura. 4. Cuadro Cronoestratigráfico del Cinturón Plegado de San Jacinto (Modificado de Cardona et al., 2012; De porta, 1974; Duque-Caro, 1980; Guzmán et al., 2004; Mora et al., 2018).

En el área cartografiada se observa una secuencia estratigráfica de occidente a oriente de rocas sedimentarias con rumbo N-S que generan relieves geomorfológicos como colinas y llanuras. Las unidades litológicas hacia el occidente del mapa sobre el Sector de Piojó (Fig. 3, Cuadrantes D7 a F5) presentan uniformidad en los espesores y presentan contactos claros y continuos sobre las unidades. Mientras que en el Sector de Tubará hacia la zona oriental del mapa (Fig. 3, Cuadrantes G7 a H4) se pueden observar como la continuidad y espesor de algunas capas es muy variable con unidades como las Areniscas Cerro de la Viuda (*Pltv*) incluso pinchándose. Además de los cambios de espesor en el Sector de Tubará se presentan cambios faciales laterales sobre unidades como las Areniscas

de Arroyo de Piedra (*Plta*) la cual en el norte (Fig. 3, Cuadrante H5) se compone de areniscas calcáreas, mientras que hacia el sur (Fig. 3, Cuadrante G7) esta compuestas de areniscas conglomeráticas de grano de grueso a medio, con cambios de espesor. Además, sobre el sector litoral se presentan depósitos de playa junto con acantilados compuestos por unidades Neógenas (ej. Arcillolitas del Furu (*Mhf*); Areniscas de San Vicente (*Mhsv*)).

En el mapa se puede observar un monoclinal hacia el occidente en el Sector de Piojó, donde las capas de la formación Hibacharo y Tubará se encuentran buzando hacia el este pasando de 15° a 22° de inclinación (Fig. 5, B). Las unidades Areniscas de San Vicente (*Mhsv*) y Areniscas Cerro de la Viuda (*Pltv*) en el Sector de Piojó generan colinas de contrapendiente que se extiende con un rumbo NE-SW. Hacia el Sector de Tubará se encuentra un Sinclinal amplio asimétrico (Fig. 3, cuadrantes H4 a G7) conocido como el Sinclinal de Tubará que presenta un cierre estrecho al NE y un cierre más amplio hacia el SW, su núcleo se encuentra conformado por las Arenisca de Arroyo de Piedra (*Plta*) y hacia los flancos tenemos a la unidad Areniscas Cerro de la Viuda (*Pltv*) la cual se pincha al norte del Sinclinal (Fig. 3, Cuadrantes H4 a H6). Inmediatamente al oriente del Sinclinal está el estrecho y alargado Anticlinal de Sibarco (Fig. 3, cuadrante I4) el cual presenta en su núcleo la unidad Arcillolitas de Sibarco (*Mha*) y en los flancos la unidad Areniscas Cerro de la Viuda (*Pltv*). Los pliegues del Sector de Tubará se encuentran cabeceando ligeramente hacia el SW debido a que el Sinclinal de Tubara presenta un eje de 200/06 y el Anticlinal de Sibarco un eje de 202/05 (Fig. 5, A). Barrera (2001) y Huguett (1988), Trazan sobre su cartografía geológica diferentes fallas sobre el área del departamento del

Atlántico, sin embargo, durante la cartografía geológica realizada no se encontraron evidencias que refuercen la presencia de fallas aflorantes sobre el mapa. Solo se tomó en cuenta el trazo de la falla Villa Nueva El Totumo (Fig. 3, cuadrantes B6 a B7) definida por Duque-Caro (1980) como una falla inversa con vergencia hacia el oeste con un rumbo de N25E, extendiéndose desde la ciénaga del Totumo hacia el mar Caribe. La presencia del Lineamiento del Sinú al occidente del mapa (Fig. 3, cuadrantes B6 a B7) marca el límite entre el cinturón de San Jacinto y de Sinú (Alfaro & Holz, 2014; Duque-Caro, 1980; Toto & Kellogg, 1992).

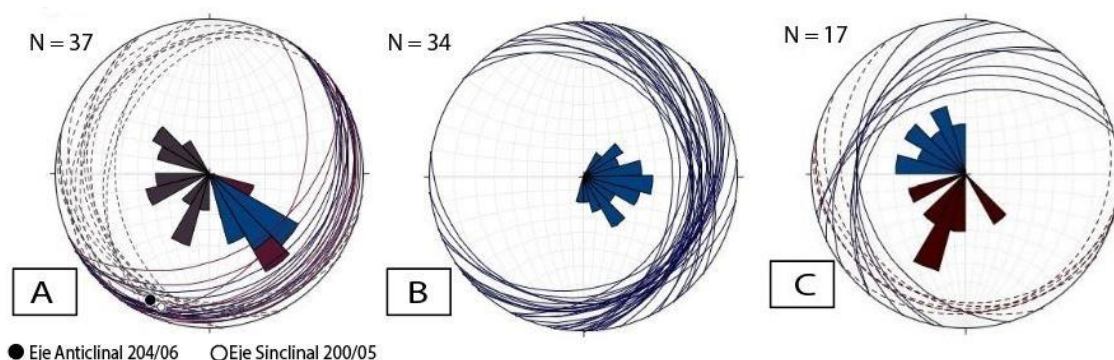


Figura 5. Gráficos Stereonets de planos de buzamiento. **A.** Pliegues de Tubará. **B.** Monoclinial de Piojó. **C.** Unidades discordantes.

La figura 5 representa los datos de buzamiento de las principales estructuras presentes en el mapa que fueron graficadas como planos sobre un Stereonet. El gráfico A contiene 37 datos que muestran los pliegues presentes en el Sector de Tubará, así como sus respectivos ejes, los cuales estime usando un diagrama beta. El gráfico B realizado en el Sector de Piojó con 34 datos de buzamiento, muestra la existencia de un monoclinial sobre este sector debido a que los 34 datos tienen una dirección SE. Adicionalmente, realice un



gráfico C en el Sector de Tubará con 17 datos de buzamientos de unidades discordantes, debido a que las unidades presentan direcciones de buzamiento opuestas. Los pétalos del diagrama de rosa en los Stereonets indican la frecuencia acumulada de las direcciones de buzamiento de los planos.

Existen dos discordancias angulares sobre las unidades Neógenas de la Formación Hibacharo. Las unidades Coquinas de Juaruco (*Qpj*) y Calizas arrecifales de la Popa (*Qpa*) (Fig. 3, Cuadrantes H3 y J1) que se encuentran discordantes son formaciones que presenta direcciones de buzamiento hacía el N-NE, las cuales no son concordante con las direcciones de buzamiento de las unidades Neógenas adyacentes (ej. Arcillolitas de Sibarco (*Mha*); Lodolitas de Santa Rita (*Mhs*); Areniscas Cerro de la Viuda (*Pltv*)) (Fig. 5, C), las cuales se truncan sobre las colinas de Juaruco y el Morro (Fig. 3, Cuadrantes I3 a I4). Adicionalmente, la presencia de una unidad conglomerática que se extiende al sur del mapa (Fig. 3, cuadrantes G5 a G7) representa cambios en la estratigrafía que fue definida por (Anderson, 1929; Bueno & Caro, 1970; Duque-Caro, 1984; Guzmán, 2004) debido a que se extendió el contacto de la unidad Conglomerado del Vaivén (*Cv*) sobre toda la colina desde el municipio de Juan de Acosta hacia el sur tomando en cuenta la el relieve geomorfológico con rumbo N-S y a los sectores de canteras.

#### 4. Discusión de Resultados

La cartografía sobre el norte de cinturón plegado de San Jacinto muestra que la unidad más antigua son las Turbiditas de Luruaco (*Psct*) depositada durante el Paleoceno en el occidente del mapa cerca al municipio de Galerazamba (Anderson, 1929; De porta, 1974; Guzmán et al., 2004). Sobre las unidades Paleógenas (ej. Turbiditas de Luruaco (*Psct*); Conglomerado de Bocatocino (*Epc*)) está la Formación Hibacharo que cubre gran parte del área cartografiada. Bordine (1974) midió columnas estratigráficas de esta formación sobre el Arroyo Saco en la cual definió un espesor de 2000 metros en capas tabulares con laminaciones plano-paralelas depositadas sobre un ambiente de plataforma. Además, Bordine (1974) define con el uso de foraminíferos que esta formación fue depositada durante el Mioceno medio. Posteriormente tenemos a la Formación Tubará la cual Molinares et al (2012) describió como una formación marino-deltaica de areniscas fosilíferas y arcillolitas. Esta formación se encuentra repitiéndose en los Sectores de Piojó y Tubará lo cual permite inferir la existencia de una falla cabalgamiento sobre el flanco occidental del Sinclinal de Tubará que genera pliegues de flexión por falla.

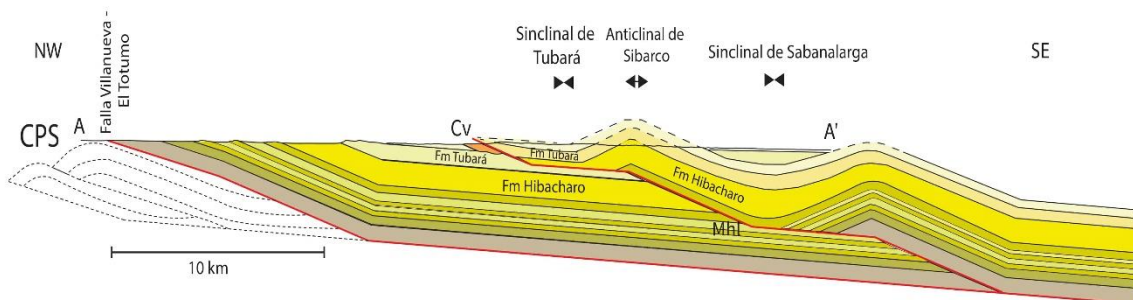


Figura 6. Corte geológico del noreste del cinturón plegado de San Jacinto. Ver localización en Figura 3.

El corte geológico (Fig. 6) se realizó con un rumbo NW-SE desde Galerazamba hasta el municipio de Baranoa en el cual se muestra la geometría de las estructuras observadas en campo en el Sector de Piojó (ej. Monoclinal de Piojó) y Tubará (ej. Sinclinal de Tubará; Anticlinal de Sibarco). Además; tenemos la presencia en profundidad del Sinclinal de Sabanalarga, dicha estructura aflora hacia el sur del área cartografiada. Para la realización de la sección geológica se tuvo en cuenta los espesores de las columnas estratigráficas medidas por Bordine (1974) en la sección Arroyo Saco para la Formación Tubará e Hibacharo (2000 m) en el Sector de Piojó, y por Molinares et al (2012) en la sección Arroyo de Piedra para la Formación Tubará (130 m) en el Sinclinal de Tubará. Además, en la zona del cinturón plegado de Sinú se utilizó la sísmica 2D de Vinnels (2010) para representar el estilo estructural. El corte presenta dos niveles de despegue que se encuentran en la unidad Limolitas Ferruginosas (*Mhl*) y Arcillolitas de Sibarco (*Mha*) las cuales son unidades arcillosas que permiten el desplazamiento de las unidades en el bloque colgante debido al movimiento transferido por la falla. La unidad del Conglomerado del Vaivén (*Cv*) se encuentra asociada a la falla inferida debido a que solo se encuentra en el flanco occidental del Sinclinal de Tubará, en donde se infiere que debería existir una falla. Esta posición y asociación que presenta la unidad conglomerática sugiere una relación genética que permitiría clasificarla como una unidad sin-tectónica que después fue cabalgada, por una secuencia de cabalgamiento W-E, lo cual la haría fuera de secuencia. Por lo tanto, la unidad del Conglomerado del Vaivén (*Cv*) que extiende con un rumbo N-S presenta además diferencias litológicas con las formaciones adyacentes, por lo que la

posible existencia de una falla de cabalgamiento en el tope de la unidad daría lugar a una depositación sin-tectónica. Barrera (2001) traza la falla hacia la base del conglomerado y no al tope como se sugiere, sin embargo, durante los trabajos de campo no se vio evidencia de la existencia de esta falla.

Las discordancias que se exponen en el área noroeste del mapa sobre el Sector de Tubará se deben a los eventos transgresivos durante el Plioceno-Pleistoceno en los cuales se genera un cambio en el ambiente de depositación pasando de ambientes marino-deltaicos en el Plioceno como indica Molinares et al (2012), a un ambiente marino somero de alta energía que forma arrecifes coralinos sobre una plataforma submarina con pendiente suave, y poca influencia continental (De Porta, 1974; Guzmán et al., 2004). Estas unidades presentan buzamientos y contactos de alto ángulo que no son concordantes con la secuencia estratigráfica de las unidades Neógenas. Además, la dirección de buzamiento cambia de suroeste al noreste, es decir, buzando hacia el Mar Caribe. Por lo tanto, la posición de estas unidades es algo singular sobre el área cartografiada, donde se desconoce si deben su presencia a los eventos transgresivos o tectónicos ocurridos durante el Neógeno en el cinturón plegado de San Jacinto (Flinch, 2003; Mantilla-Pimiento et al., 2009; Mora et al., 2017).

## 5. Conclusiones

1) El uso de imágenes satelitales como complemento a la cartografía de campo permite extender y mejorar la precisión de los contactos siguiendo la geomorfología de la zona. Además, las imágenes satelitales permiten avanzar con el trazo de los contactos sobre zonas de poco acceso.

2) La cartografía geológica realizada sobre el Norte del cinturón plegado de San Jacinto permitió refinar los contactos de las unidades aflorantes e identificar las estructuras presentes en el Sector de Piojó y Tubará. Sin embargo, el sector sureste del mapa que fue realizado solo con imágenes satelitales, requiere control de campo.

3) El Noreste de cinturón plegado de San Jacinto se caracteriza por tener en el occidente un monoclinal de unidades Neógenas, seguido de pliegues asimétricos en el Sector de Tubará que se encuentran cabeceando hacia el SW, y dos unidades discordantes al noreste del mapa.

4) La posible existencia de una falla en el flanco occidental del Sinclinal de Tubara y en el tope de la unidad del Conglomerado del Vaivén permitiría explicar la geometría de las estructuras mediante un mecanismo de flexión por falla. Además, daría respuesta a la presencia de la unidad conglomerática con rumbo N-S en solo un flanco del Sinclinal mediante una depositación sin-tectónica.

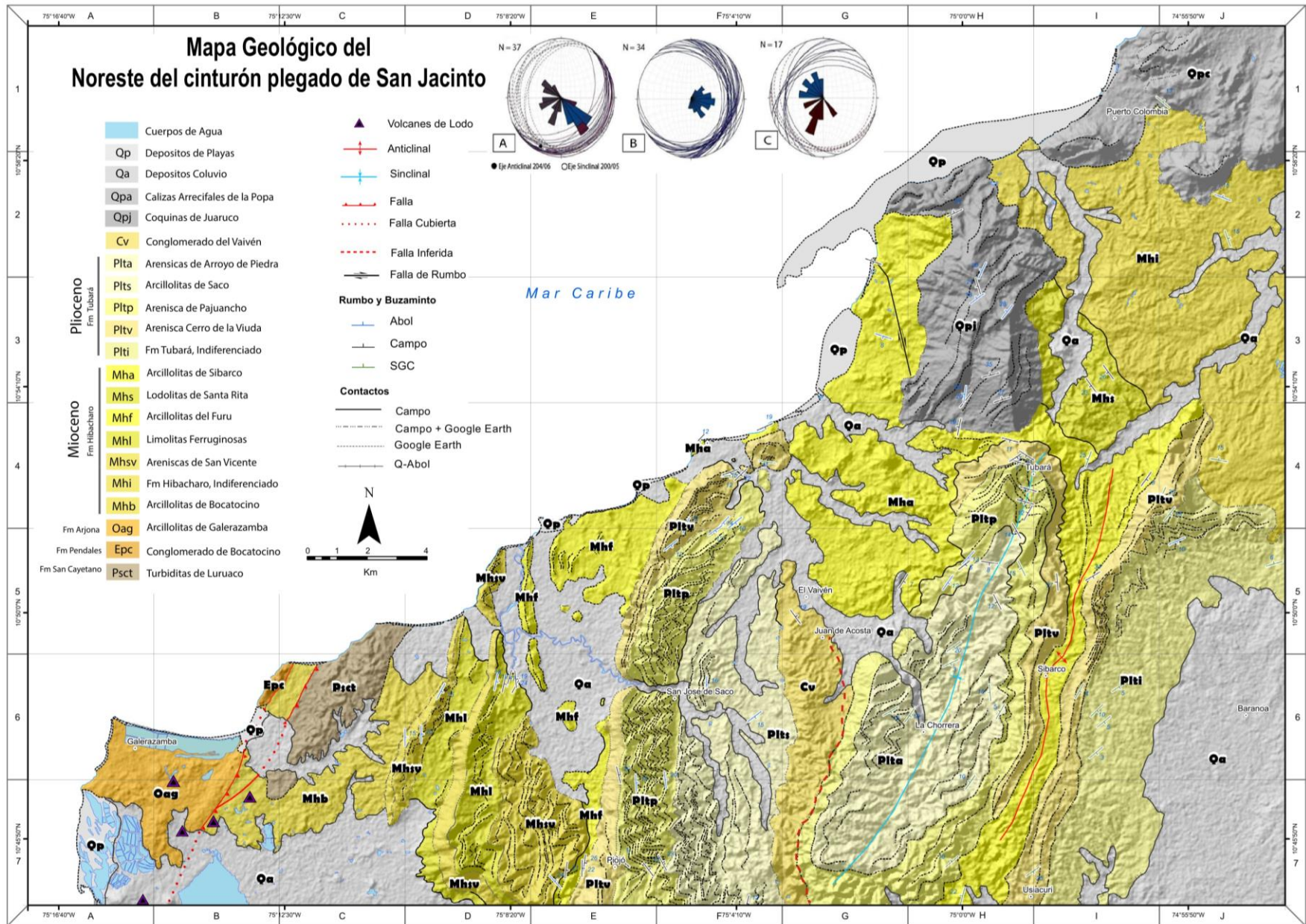
### Referencias

- Aguilera, R., (2011). Petroleum Geology of Colombia, Sinú San Jacinto Basins. Geology and Hydrocarbon Potential. Vol. 12. ANH –university EAFIT. Department of Geology.
- Alfaro, E., & Holz, M. (2014). Review of the chronostratigraphic charts in the Sinú-San Jacinto basin based on new seismic stratigraphic interpretations. *Journal of South American Earth Sciences*, 56, 139-169.
- Anderson, F.M. (1929). Marine Miocene and related deposits of north Colombia. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. 18 (4): 73-213.
- Barrera, R. (2001). Geología de las Planchas 16 –17 Galerazamba y Barranquilla. Plancha escala 1: 100.000 con Memoria explicativa INGEOMINAS. Bogotá, Colombia.
- Bordine, B.W. (1974). Neogene biostratigraphy and paleoenvironments Lower Magdalena Basin, Colombia. PH. D Dissertation, Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. Department of Geology.
- Bueno, R., & Caro, H. D. (1970). Guidebook to the geology of the Tubara region, Lower Magdalena Basin (Vol. 11). Colombian Society of Petroleum Geologists and Geophysicists.
- Cardona, A., Montes, C., Ayala, C., Bustamante, C., Hoyos, N., Montenegro, O., ... & Rincón, D. (2012). From arc-continent collision to continuous convergence, clues from Paleogene conglomerates along the southern Caribbean–South America plate boundary. *Tectonophysics*, 580, 58-87.
- Caro, M., (2003) Structural Evolution of the San Jacinto Fold Belt, NW Colombia. Master of Science Thesis, Department of Geology and Geophysics, University of Calgary, Alberta, Canada.
- De Porta, J. (1974). *Lexique Stratigraphique International*, Vol. V, Amerique Latine, Fasc. 4b Colombie (deuxieme partie), tertiaire et Quaternaire. CNRS París: 48p.
- Duque-Caro, H. (1980). Geotécnica y evolución de la región noroccidental colombiana. *Boletín Geológico*, 23(3), 4-37.
- Duque-Caro, H. (1984). Structural style, diapirism, and accretionary episodes of Sinu-San Jacinto terrane, southwestern Caribbean-borderland. *Geological Society of America Memoir* 162, 303-316.

- Flinch, J.F. (2003). Structural evolution of the Sinu-Lower Magdalena area (Northern Colombia), in C. Bartolini, R.T. Buffler, and J. Blickwede, eds., *The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics*, AAPG Memoir 79.
- Gómez, J., Montes, N.E., Nivia, Á. & Diederix, H., compiladores. (2015). *Mapa Geológico de Colombia. Escala 1:1 000 000. Servicio Geológico Colombiano*, 2 hojas. Bogotá.
- Guzmán, G., Gómez, E., & Serrano, B. (2004). *Geología de los cinturones del Sinú, San Jacinto y borde occidental del valle inferior del Magdalena-Caribe Colombiano*. Instituto Colombiano de Geología y Minería, Bogotá.
- Huguett Granados, A. (1988). Resumen de la hidrogeología de los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique. *Boletín Geológico*, 29(1), 85-172.
- Mantilla-Pimiento, A. M., Jentzsch, G., Kley, J., & Alfonso-Pava, C. (2009). Configuration of the Colombian Caribbean margin: Constraints from 2D seismic reflection data and potential fields interpretation. In *Subduction zone geodynamics* (pp. 247-272). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Molinares, C. E., Martínez, J. I., Fiorini, F., Escobar, J., & Jaramillo, C. (2012). Paleoenvironmental reconstruction for the lower Pliocene Arroyo Piedras section (Tubará-Colombia): Implications for the Magdalena River-paleodelta's dynamic. *Journal of South American Earth Sciences*, 39, 170-183.
- Mora, J. A., Oncken, O., Le Breton, E., Mora, A., Veloza, G., Vélez, V., & de Freitas, M. (2018). Controls on forearc basin formation and evolution: Insights from Oligocene to Recent tectono-stratigraphy of the Lower Magdalena Valley basin of northwest Colombia. *Marine and Petroleum Geology*, 97, 288-310.
- Mora, J.A., Oncken, O., Le Breton, E., Ibáñez-Mejía, M., Faccena, C., Veloza, G., Vélez, V., De Freitas, M. & Mesa, A. (2017). Linking late cretaceous to Eocene tectono-stratigraphy of the san Jacinto fold belt of NW Colombia with Caribbean plateau collision and flat subduction. *Tectonics* 36, 2599–2629.
- Toto, E.A. & J.N. Kellogg, (1992). Structure of the Sinu-San Jacinto fold belt-An active accretionary prism in northern Colombia. *Journal of South American Earth Sciences*, vol. 5, no. 1, 211-222.
- Vinnels, J. S., Butler, R. W., McCaffrey, W. D., & Paton, D. A. (2010). Depositional processes across the Sinú accretionary prism, offshore Colombia. *Marine and Petroleum Geology*, 27(4), 794-8.



**Apéndice A**  
**Mapa Geológico del noreste del cinturón plegado de San Jacinto.**





## Apéndice B

### Unidades Litoestratigráficas

**Turbiditas de Luruaco (*Psct*):** Litoareniscas de grano fino a grueso intercaladas con lodolitas grises a pardas. Con sets de areniscas conglomeráticas de color pardo y lodolitas silíceas hacia el tope. (Fm San Cayetano).

**Conglomerado de Bocatocino (*Epc*):** Conglomerado clastosortados de bloques y guijos color gris-amarillo de granos sub-redondeados compuestos por chert, cuarzo, y fragmentos de rocas volcánicas. (Fm Péndales).

**Arcillolitas de Galerazamba (*Oag*):** Arcillolitas grises interestratificas con Limolitas ocre. Presentan volcanes y domos de lodo. (Fm Arjona).

**Arcillolitas de Bocatocino (*Mhb*):** Arcillolitas grises con laminación plano-paralela intercaladas con capas de areniscas de grano fino. (Fm Hibacharo).

**Areniscas de San Vicente (*Mhsv*):** Cuarzoarenisca ocre de grano medio a grueso con contenido de chert y micas, con bajo contenido de matriz, presenta capas de litoarenisca de grano fino con estratificación plano-paralela irregular. (Fm Hibacharo).

**Limolitas Ferruginosas (*Mhl*):** Limolitas de color gris oscura macizas y tabulares con wackstone de bivalvos y turrilidos desarticulados, con intercalación de lodolitas gris-amarillo con laminación plano-paralela. (Fm Hibacharo).

**Arcillolitas del Furu (*Mhf*):** Arcillolitas arenosas con intercalaciones de arenisca de grano muy fino con alto contenido de matriz, presenta bancos de arenisca cuarzosa con estratificación cruzada planar. (Fm Hibacharo).

**Lodolitas de Santa Rita (*Mhs*):** Lodolitas de color gris-ocre con laminación plano-paralela intercalas por capas de litoareniscas con láminas ferruginosas. (Fm Hibacharo)

**Arcillolitas de Sibarco (*Mha*):** Arcillolitas grises con laminación plano-paralela con intercalación de láminas de arenisca de grano fino. (Fm Hibacharo).

**Arenisca Cerro de la Viuda (*Pltv*):** Sublitoarenita de grano fino a medio (Fosilífera) maciza con láminas plano-paralelas de lodolita gris. (Fm Tubará).

**Arenisca de Pajuanchito (*Pltp*):** Cuarzoarenitas a sublitoarenisca de color gris-amarillo de grano fino a medio con matriz lodosa y niveles fosilíferos de conchas. Presenta lentes de calizas de conchas condensadas intercaladas con lodolitas grises fosilíferas. Grada a una arenisca conglomerática con presencia de líticos, maciza, intercalada calcarenitas y lodolitas. (Fm Tubará).

**Arcillolitas de Saco (*Plts*):** Arcillolitas arenosas de color ocre con intercalaciones de arenisca de grano muy fino con alto contenido de matriz lodosa. (Fm Tubará).

**Areniscas de Arroyo de Piedra (*Plta*):** Calciruditas y calcarenitas fosilíferas intercaladas con Packstone y lodolitas fosilíferas gris oscuro hacia el sector norte del Sinclinal de Tubara, que grada a areniscas conglomeráticas intercalada con arcillolitas grises hacia el sur. (Fm Tubará).

**Conglomerado del Vaivén (*Cv*):** Conglomerado clasto-soportado de guijos con cantos de chert negro, chert marrón y cuarzo, submaduro. Presenta intercalación de arenisca de grano medio a grueso con intraclastos de lodolita gris.

**Coquinas de Juaruco (*Qpj*):** Calcarenitas a calciruditas con contenido de matriz cuarzosa y de chert con granos subangulares con fragmentos de conchas e icnofacies (escólitos). Presenta hacia la base resto de Bivalvos y Ostreidos desarticulados.

**Calizas Arrecifales de la Popa (*Qpa*):** Calcarenitas de color ocre de grano medio con presencia de calizas de arrecifes de coral.